

담액수경재배시 계면 활성제 첨가가 청경채와 상추의
Ge흡수와 생육에 미치는 영향
Effect of Surfactant Addition on Ge Absorption and Growth of
Pak-choi and Lettuce in DFT Culture

서태철 · 윤형권 · 장성호*

원예연구소 채소과

Tae Cheol Seo · Hyung Kweon Yun · Cheng Hao Zhang*

Vegetable Research Division, National Horticultural Research Institute,
Suwon 440-706

서 론

게르마늄(Germanium)은 무기게르마늄과 유기게르마늄으로 분류할 수 있는데, 무기게르마늄은 인체내 유입시 빈혈, 신기능장애, 근 장애를 유발하는 것으로 알려져 있다. 유기게르마늄은 항종양 효과, 항돌연변이효과, natural killer 세포 및 macrophages의 활성화를 포함하는 면역강화작용, 해열, 진통 작용, 중금속 해독작용 및 운동성 증가 등의 다양한 약리작용을 가지는 것으로 보고되고 있다. 최근 게르마늄은 한방, 키토산, 인삼, 칼슘, 녹차, 목초액, 참숯, 맥반석 등의 농자재와 함께 유기게르마늄이 약리효과를 가진다는 보고로 기능성 농산물 생산을 위한 자재로 사용되고 있다. 벼, 참외, 단감, 고추, 딸기 등에 게르마늄 농자재를 사용하고 있으나 게르마늄 처리에 따른 작물체내 게르마늄 흡수량과 생육특성 변화에 대한 기본 연구는 미흡한 실정이다.

계면 활성제는 수용액이 해리하여 이온 또는 미셀을 생성하여 계면 활성을 나타내는 이온성 계면 활성제와 수용액이 해리할 수 있는 작용기를 갖지 않고도 계면 활성 작용을 나타내는 비이온성 계면 활성제 및 수용액이 해리하여 이온성을 띠는 음이온성, 양이온성 또는 양쪽성 계면 활성제 등 다양한 형태가 있다. 농약과 비료 및 상토 제조 등에서 계면활성제를 활용한 연구는 많이 이루어지고 있으나 작물의 영양흡수 촉진 및 양액재배에서의 비료 절감에 따른 양액의 효율적 이용과 관련된 연구는 극히 미약한 실정이다. 따라서 본 연구는 기능성 농산물 생산을 위하여 농업에 다양하게 이용되고 있는 게르마늄과 또한 게르마늄 흡수를 촉진하는 계면활성제를 청경채와 상추의 담액수경재배에 이용하여 생육특성 및 품질에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2005년에 공시작물 청경채와 상추를 이용하여 원예연구소 유리 온실에 128공 plug tray에 8월 25일에 육묘한 후 9월 23일 원예연구소 연동 유리 온실에 정식하여 담액경 수경재배 하였다. 양액의 게르마늄(GeO₂) 농도는 2mg·L⁻¹로 처리하였고 계면 활성제 PVA95(Polyvinyl alcohol)의 농도는 1mg·L⁻¹, 2mg·L⁻¹, 4mg·L⁻¹로 하였으며 CLS(Calcium lignosulfonate)의 농도는 5mg·L⁻¹, 25mg·L⁻¹, 50mg·L⁻¹, 100mg·L⁻¹로 정식 직후부터 처리하였다. 배양액은 원예연구소 원시배양액을 사용하였으며 정식 3주 후 수확하여 일반생육, Ge, 무기염, 비타민 C 함량 등을 조사하였다.

결과 및 고찰

청경채에 Ge과 계면활성제를 처리한 결과 생체중은 PVA 4mg·L⁻¹, CLS 5mg·L⁻¹ 및 CLS 25mg·L⁻¹처리에서 대조구에 비하여 감소된 반면 기타 농도에서는 대조구와 차이가 없었다(Table 1). 상추에서 엽록소 함량은 CLS 100mg·L⁻¹처리에서 20.7로 가장 높았고 지상부 생체중은 PVA처리 4mg·L⁻¹처리에서 가장 무거웠고 건물중도 생체중과 비슷한 경향을 보였다. 전체적으로 PVA 4mg·L⁻¹에서 생육이 좋았고 CLS 100mg·L⁻¹ 처리에서는 생육이 많이 억제되었다(Table 2). 비타민 C 함량은 PVA 첨가 시는 Ge 처리에 의해 4mg·L⁻¹에서 두 작물 모두 대조구에 비하여 증가하였으며 CLS 첨가 시에는 청경채에서 농도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였고 상추에서는 일정한 경향이 없었다(Fig. 1).

Table 1. Effect of surfactant addition and Ge treatment on the growth of pak-choi in DFT culture.

Treatment (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)		Dey weight (g/plant)	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Control	21.3 a ²	39.4 bc	767 c	71.9 a	2.2 bc	3.48 ab	0.11 cde
Ge 2	20.7 a	42.5 ab	879 ab	81.3 a	3.6 a	3.79 a	0.13 bc
Ge+PVA 1	19.7 ab	36.8 c	846 abc	83.3 a	3.4 a	2.81 bc	0.16 a
Ge+PVA 2	19.3 ab	41.0 abc	931 a	84.1 a	3.4 a	4.15 a	0.12 cd
Ge+PVA 4	18.0 b	46.8 a	634 d	57.8 b	1.8 bc	2.96 bc	0.10 de
Ge+CLS 5	19.0 ab	42.2 ab	621 d	56.6 b	1.4 c	2.75 bc	0.10 de
Ge+CLS 25	17.7 b	43.0 ab	598 d	56.8 b	1.4 c	2.60 c	0.09 e
Ge+CLS 50	20.3 a	40.9 abc	794 bc	79.7 a	2.7 ab	3.75 a	0.15 ab
Ge+CLS 100	19.8 ab	39.0 bc	851 abc	79.0 a	2.4 b	3.54 ab	0.13 bc

²Means separation by duncan's multiple range test at 5% level.

무기염을 분석한 결과 엽내 Ca 함량은 상추의 경우 PVA처리에서는 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 농도에서 증가한 반면 다른 농도에서는 감소하였고 CLS처리에서는 $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 농도를 제외한 모든 처리에서는 모두 대조구에 비해 감소하였다. 청경채의 경우 PVA $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 감소하였고 CLS 경우 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 대조구에 비해 증가하고 $25\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리는 감소하였다. K는 상추의 경우 PVA처리에서는 농도의 증가에 따라 감소하였고 CLS 처리에서는 PVA와 반대로 높은 농도가 낮은 농도에 비해 증가되었다. 청경채의 경우 PVA 처리 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 현저히 감소되었고 CLS에서는 감소되었다. Mg 함량은 상추의 경우 PVA 처리 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 대조구에 비해 증가하였고 CLS처리 낮은 농도에서는 감소하였다. 청경채도 역시 PVA처리 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 대조구에 비해 증가되었으나 CLA처리에서는 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 농도가 증가된 반면 농도가 높아질수록 감소하였다.

Table 2. Effect of surfactant addition and Ge treatment on the growth of lettuce in DFT culture.

Treatment ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Plant height (cm)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm^2)	Fresh weight (g/plant)		Dey weight (g/plant)	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Control	21.3 a ²	13.9 bc	902 cd	40.2 de	2.8 d	1.83 c	0.24 d
Ge 2	20.7 a	14.1 bc	1,226 a	52.2 bc	4.7 a	2.55 a	0.43 a
Ge+PVA 1	22.0 a	14.8 bc	1,100 b	59.6 ab	3.8 bc	2.11 bc	0.32 bc
Ge+PVA 2	21.7 a	13.2 c	1,057 b	46.4 cd	3.8 bc	2.36 ab	0.40 ab
Ge+PVA 4	21.3 a	12.6 c	1,057 b	65.1 a	3.7 bc	2.38 ab	0.39 ab
Ge+CLS 5	21.7 a	17.0 b	872 cd	48.2 cd	3.2 cd	2.39 ab	0.38 ab
Ge+CLS 25	20.7 a	16.9 b	952 c	48.5 cd	2.9 d	2.04 bc	0.27 cd
Ge+CLS 50	22.0 a	20.7 a	847 de	46.4 cd	3.9 b	2.06 bc	0.35 ab
Ge+CLS 100	19.2 a	16.5 b	765 e	32.2 e	2.1 e	1.43 d	0.21 d

²Means separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

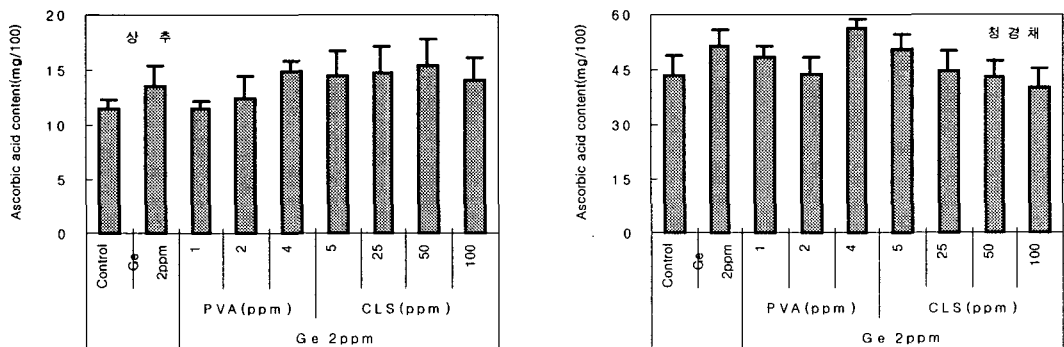


Fig. 1. Effect of surfactant addition and Ge treatment on the ascorbic acid content of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

청경채와 상추의 엽내 Ge을 분석한 결과 상추의 경우 PVA 2mg · L⁻¹처리가 대조구에 비해 현저히 증가하였고 기타 농도에서는 유의성 차이가 없었다. CLS 처리에서는 5mg · L⁻¹ 농도를 제외한 모든 농도에서 대조구에 비해 Ge 함량이 증가 되었다. 청경채의 경우 PVA 처리에서 Ge 함량이 다소 감소되었고 CLS 처리에서는 50mg · L⁻¹ 농도에 가장 많이 검출되었다.

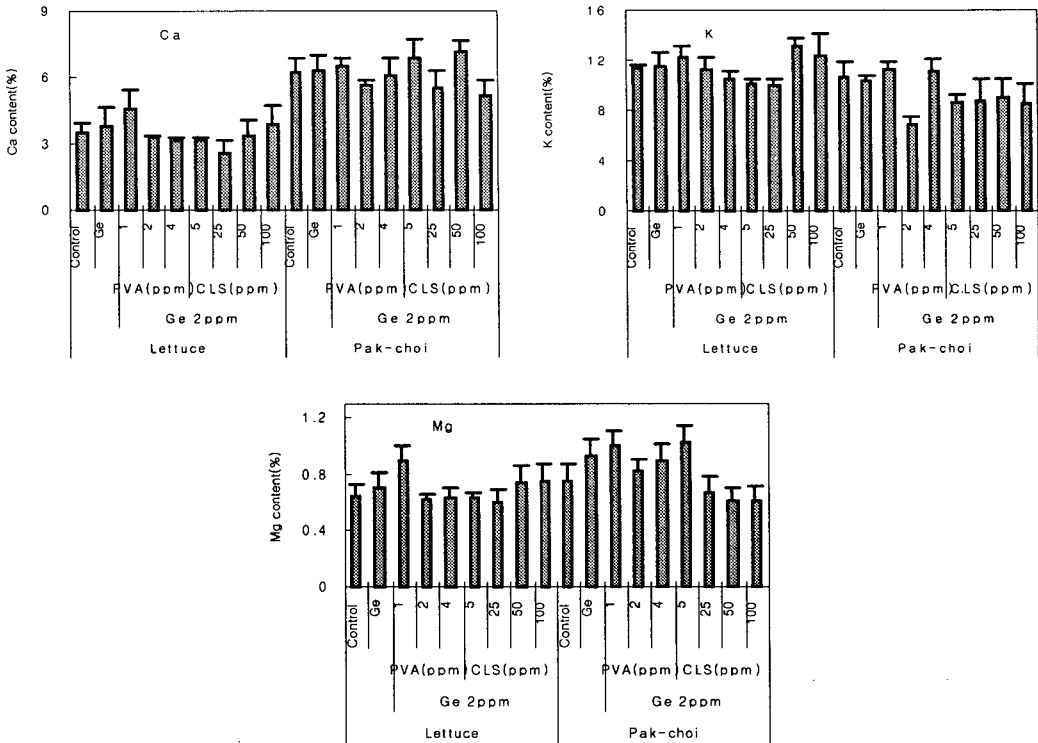


Fig. 2. Effect of surfactant addition and Ge treatment on the absorb Ca, K and Mg of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

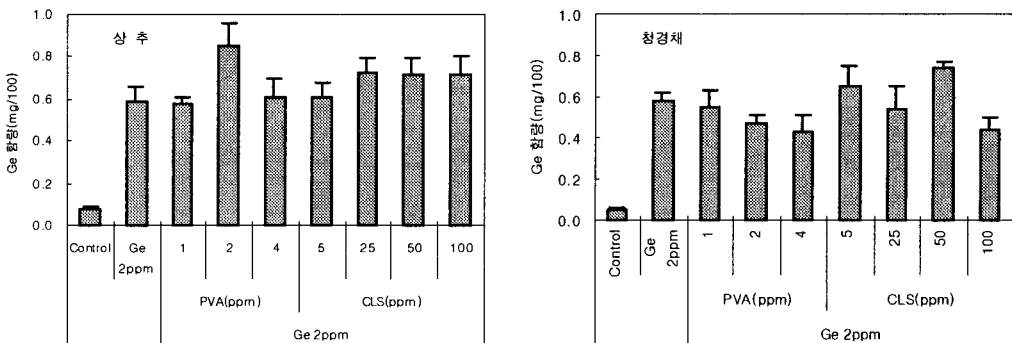


Fig. 3. Effect of surfactant addition and Ge treatment on the absorb Ge of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

요약 및 결론

Ge과 계면 활성제를 청경채에 처리한 결과 생체중은 PVA $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, CLS $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 및 CLS $25\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 대조구에 비하여 감소된 반면 기타 농도에서는 대조구와 차이가 없었다. 상추의 경우 지상부 생체중은 PVA 처리 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 가장 무거웠다. 비타민 C 함량은 PVA $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 두 작물 모두 증가되었고 CLS 처리시 청경채에서 농도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였고 상추에서는 일정한 경향이 없었다. Ca 함량은 상추의 경우 PVA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 가장 많았고 청경채의 경우 CLS $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 가장 많았다. K는 상추의 경우 PVA 처리에서는 농도의 증가에 따라 감소하였고 CLS 처리에서는 PVA와 반대로 농도의 증가에 따라 증가되었다. 청경채의 경우 CLS 처리에 의해 K 함량이 감소되었다. Mg 함량은 상추의 경우 PVA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 가장 많았고 청경채의 경우 PVA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, CLS $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 많이 함유되었다. 상추의 엽내 Ge 함량은 PVA $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리가 대조구에 비해 현저히 증가하였고 CLS 처리에서는 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 농도를 제외한 모든 농도에서 대조구에 비해 Ge 함량이 증가 되었다. 청경채의 경우 PVA 처리에서 Ge 함량이 다소 감소하였는데 농도의 증가에 따라 감소하는 경향이었으며 CLS 처리에서는 $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 농도에서 가장 많이 검출되었다.

인 용 문 헌

1. Choi, K.Y., E.Y. Yang, B.W. Moon and T.C. Seo. 2004. Effect of surfactant addition in nutrient solution on mineral nutrient uptake and growth of lettuce in dft culture. *Journal of Bio-Environment Control*. 13(4):240-244.
2. Iijima, M., Mugishima, M., Takeuchi, M., Uchiyama, S., Kobayashi, I. and Maruyama, S. 1990. A case of inorganic germanium poisoning with peripheral and cranial nephropathy. *Myopathy and autonomic dysfunction*. 42(9): 851-856.
3. Jang, J.J., K.J. Cho, Y.S. Lee, and Bae, J. H. 1991. Modifying responses of allyl sulfide, indole-3-carbinol and germanium in a rat multi-organ carcinogenesis model. *Carcinogenesis*. 12(4):691-695.
4. Jao, S.W., Lee, W. and Ho, Y.S. 1990. Effect of germanium on 1,2-dimethylhydrazin induced intestinal cancer in rats. *Dis. Colon Rectum*. 33: 99-104.
5. Lee S.T, Y.H. Lee, Y.J. Choi, S.D. Lee, C.H. Lee and J.S. Heo. 2005. Growth characteristics and germanium absorption of rice plant with different

germanium concentrations in soil. Korea Journal of Environment Agriculture. 24(1):40-44.

6. Obara, K, Saito, T., Sato, H., Yamakage, K., Watanabe, T., Kakizawa, M., Tsukamoto, T., Kobayashi, K., Hongo, m. and Yoshinaga, K. 1991. Germanium poisoning; clinical symptoms and renal damage caused by long-term intake of germanium. Japanese Journal of Medicine. 30(1): 67-72.